



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 198 09 264 A 1**

⑲ Aktenzeichen: 198 09 264.4  
⑳ Anmeldetag: 4. 3. 98  
㉑ Offenlegungstag: 30. 9. 99

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**D 04 H 3/04**  
B 32 B 7/12  
B 32 B 5/00  
D 04 H 3/08  
D 04 H 3/14  
D 05 B 1/00  
B 29 C 70/22  
// B63B 5/24, B64B  
1/06

DE 198 09 264 A 1

⑦① Anmelder:  
Eldra Kunststofftechnik GmbH, 84137 Vilsbiburg,  
DE  
  
⑦④ Vertreter:  
HOFFMANN · EITLE, 81925 München

⑦② Erfinder:  
Böckel, Hermann, 84144 Geisenhausen, DE; Fedl,  
Jürgen, 84155 Bodenkirchen, DE

⑤⑤ Entgegenhaltungen:  
DE 41 19 455 C1  
DE 1 95 37 663 A1  
DE 42 14 636 A1  
US 48 42 794

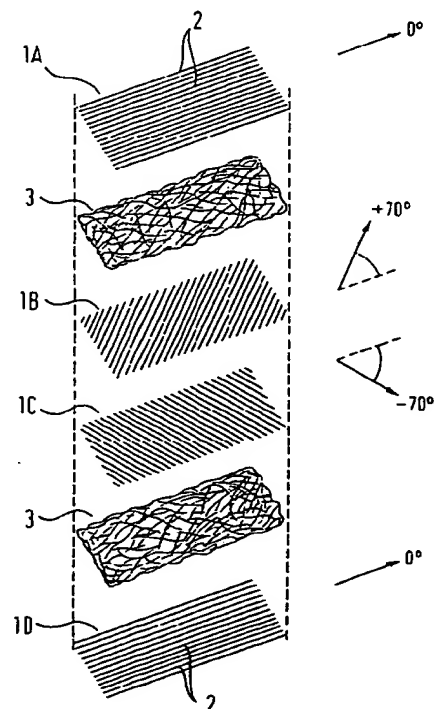
DE-B.: Franck, Adolf: Kunststoff-Kompodium,  
Vogel-Fachbuch, 1990, S.96-98;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Fasergelegeanordnung und Verfahren zur Herstellung eines Vorformlings

⑤⑦ Fasergelegeanordnung für einen Vorformling eines Faserverbundwerkstoffbauteils, mit mindestens einer Gelegeschicht (1A-1D) aus gleichgerichteten nebeneinander angeordneten, jeweils aus Verstärkungsfasern gebildeten Faserbündeln (2) und mindestens einer Schicht aus einem flächenförmigen Schmelzklebergebinde (3), wobei die Schichten (1A-1D, 3) aufeinanderliegen und miteinander vernäht sind. Bei einem zugehörigen Verfahren zur Herstellung eines Vorformlings für ein Faserverbundwerkstoffbauteil wird die Fasergelegeanordnung gebildet, erwärmt, formgepreßt, abgekühlt und entformt.



DE 198 09 264 A 1

## Beschreibung

## Technisches Gebiet

- 5 Die Erfindung betrifft eine Fasergelegeanordnung für einen Vorformling eines Faserverbundwerkstoffbauteils sowie ein Verfahren zur Herstellung eines Vorformlings für ein Faserverbundwerkstoffbauteil.

## Stand der Technik

- 10 Die Herstellung von Faserverbundwerkstoffbauteilen, etwa im Bootsbau, der Luft- und Raumfahrttechnik oder der Automobilindustrie, erfolgt nach zahlreichen bekannten Fertigungsverfahren. Bei automatisierten Fertigungsverfahren, wie etwa dem RTM-Verfahren (resin transfer moulding), dem DP-RTM-Verfahren (differential pressure - RTM), dem RIM-Verfahren (reaction injection moulding), dem Vakuuminjektionsverfahren oder dem Druckinjektionsverfahren, werden Vorformlinge aus Verstärkungsfasern, z. B. Glasfasern, verwendet. Die Vorformlinge werden separat vorgefer-
- 15 tigt und dann in das Bauteilformwerkzeug eingelegt, wo z. B. eine Kunstharzmatrix zugeführt wird und die Aushärtung des Verbundes zum fertigen Faserverbundwerkstoffbauteil erfolgt.

- Die Vorformlinge werden z. B. aus Glasfasermatten gefertigt. Die Einzelfasern in der Matte sind dabei relativ kurz, bis ca. 15 cm, und sind chaotisch angeordnet. Bei der Mattenherstellung werden die Fasern mit einem Binder versehen, also z. B. mit einem Bindemittel getränkt. Beim späteren Umformprozeß der Fasermatte wird dieser Binder z. B. durch Zu-
- 20 fuhr von Strahlungswärme erweicht, die Matte in einem Preßwerkzeug in eine vorgegebene dreidimensionale Gestalt gepreßt und abgekühlt. Die kurzen Fasern orientieren sich bei diesem Umformprozeß neu, so daß der Vorformling anschließend die gewünschte Geometrie beibehält. Dies wird durch die wirre, ungerichtete Anordnung der Einzelfasern in der Matte und die geringe Faserlänge wesentlich erleichtert. Mit solchen Vorformlingen lassen sich beispielsweise faserver-

- 25 stärkte Verkleidungsbauteile wie Türverkleidungsträger für Kraftfahrzeugtüren herstellen.
- Für die Anforderungen, die an höherbelastete Strukturbauteile gestellt werden, reichen die ungerichteten, kurzfasrigen Verstärkungsmatten aber vielfach nicht mehr aus. Hier sind dann Vorformlinge aus definiert ausgerichteten Endlosfasern erforderlich, meist in Form multiaxialer Fasergelege. Eine solche Fasergelegeanordnung mit gebündelten Endlosfasern, sogenannten Rovings, ist beispielsweise in der DE 195 37 663 A1 beschrieben. Dort werden die einzelnen Lagen mit unterschiedlicher Faserorientierung (z. B. +/- 45°) fest miteinander verklebt. Hierfür wird der einen Lage ein Haft-
- 30 fadengitter aufkaschiert, dessen Haftfäden mit Permanentkleber oder Kunstharzkleber benetzt sind, und die nächste Lage wird mit dieser Lage verpreßt, so daß eine unverschiebbare Einheit entsteht. Eine andere gängige Gelegekonstruktion besteht darin, die mehrachsig gelegten Faserbündel miteinander zu vernähen.

- Besonders bei Bauteilen mit komplexer Geometrie bereitet aber der anschließende Umformprozeß zur Herstellung von Fasergelege-Vorformlingen, die dann für die Weiterverarbeitung in einem der eingangs erwähnten automatisierten
- 35 Herstellungsverfahren vorgesehen sind, erhebliche Probleme. Denn beim Umformprozeß einer gerichteten Fasergelegeanordnung mit Endlosfasern in komplexe konkave und konvexe Vorformling-Konturen entstehen vielfach Spannungen im Vorformling und aufgrund der resultierenden Rückstellkräfte erhält man keinen paßgenauen Vorformling für die entsprechende Weiterverarbeitung zum fertigen Verbundbauteil.

40 Darstellung der Erfindung

Der Erfindung liegt daher das technische Problem zugrunde, eine Fasergelegeanordnung für einen Vorformling und ein Verfahren zur Herstellung eines Vorformlings zu schaffen, mit denen ein automatisierter Herstellungsprozeß struktu-

- 45 dieses technische Problem wird erfindungsgemäß von einer Fasergelegeanordnung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 bzw. einem Verfahren zur Herstellung eines Vorformlings mit den Merkmalen des Patentanspruchs 13 gelöst.

- Bei der erfindungsgemäßen Fasergelegeanordnung ist mindestens eine Gelegesicht aus gleichgerichtet nebeneinander angeordneten, aus endlosen Verstärkungsfasern gebildeten Faserbündeln (Rovings) und mindestens eine Schicht aus einem flächenförmigen Schmelzklebergebinde vorgesehen. Die Gelegesichten und die zumindest eine Schicht aus
- 50 Schmelzklebergebinde sind lose aufeinandergelegt und miteinander vernäht. Die Schicht bzw. die Schichten aus Schmelzklebergebinde können Zwischenschichten und/oder Deckschichten der Fasergelegeanordnung sein.

- Im Gegensatz zu der Anordnung, wie sie in der eingangs erwähnten DE 195 37 663 A1 beschrieben ist, haftet dabei das erfindungsgemäß vorgesehene Schmelzklebergebinde nicht an den Fasergelegesichten, sondern ist in seinem Ausgangszustand, in welchem es zwischen die Fasergelegesichten eingelegt wird, gar nicht klebefähig. Der Zusammen-
- 55 halt der Fasergelegeanordnung wird durch das Vernähen gewährleistet. Erst beim Umformprozeß, d. h. bei der Umformung des zunächst flächigen Fasergeleges in die dreidimensionale Vorformlingsgestalt, wird der Schmelzkleber durch entsprechende Wärmeenergiezufuhr aktiviert, d. h. geschmolzen. Dadurch liegt erfindungsgemäß während des Umformprozesses ein in sich "schwimmendes" Gesamtgebilde vor. Die endlosen Faserbündel können so unter der Druckeinwirkung im Preßwerkzeug in die gewünschte Lage "schwimmen" bzw. gleiten. Der Schmelzkleber fungiert dabei praktisch
- 60 als "Schmierstoff" bzw. Gleitmedium. Die Fasern können sich trotz ihrer Länge und Ausrichtung spannungsfrei in die gewünschte Lage bewegen. Mit entsprechender Abkühlung verkleben die Fasern dann durch den Schmelzkleber miteinander und behalten die gewünschte Kontur.

- Der Erfindung liegt also der Gedanke zugrunde, in die Fasergelegeanordnung eine schmelzfähige Schicht einzubinden, die erst beim Umformprozeß aktiviert wird und nach der Umformung für eine bleibende Verfestigung des Vor-
- 65 formlings sorgt.

Die Faserbündel können dabei je nach konstruktiver Anforderung aus unterschiedlichsten Ausgangsfasern bestehen, etwa Glasfasern, Carbonfasern, Aramidfasern, thermoplastischen oder sonstigen Kunststoff-Fasern, Quarzfasern etc. Vorzugsweise sind mehrere Gelegesichten mit jeweils unterschiedlicher Faserorientierung zu einem multiaxialen Ge-

lege kombiniert. Es ist günstig, die Faserbündel innerhalb einer Lage etwas beabstandet nebeneinander anzuordnen, da die Faserbündel dann beim Umformprozeß besser "schwimmen" können.

Die Schmelzklebergebinde sind vorteilhaft als im Ganzen handhabbare flächige Teile ausgebildet, etwa filmförmig, als Klebevliese oder als netzartig strukturierte Flächengebinde. Vorzugsweise sind die Schmelzklebergebinde aus thermoplastischem Polymermaterial hergestellt. Als Hauptpolymertypen kommen dabei Polyurethan, Polyamid, Polyolefin, und/oder Polyester in Frage, ebenso aber auch andere Polymertypen, in Abstimmung mit der Materialwahl für die Verstärkungsfasern.

Klebevliese werden aus schmelzgesponnenen Polymerfäden hergestellt. Ein solches Herstellungsverfahren ist beispielsweise in der DE 41 19 455 C1 beschrieben. Derartige Spinnvliesstoffe wurden bisher neben Anwendungen in Hygieneprodukten und in der Filbertechnik zur Trockenkaschierung und z. B. zur Herstellung von Textilkanälen verwendet. Die Herstellung filmförmiger und netzartiger Polymer-Flächengebinde ist z. B. in der US 4,842,794 erläutert. Polymerfilme werden im Extrusionsverfahren hergestellt und anschließend ggfs. zu netzartigen Strukturen perforiert.

In einer weiteren Ausführung können die Schmelzklebergebinde auch Vliese sein, die mit einer Schmelzklebersubstanz imprägniert sind, sogenannte Prepregs (preimpregnated fabrics).

Die erfindungsgemäß verwendeten Schmelzklebergebinde, wie etwa Klebevliese, lassen sich hervorragend handhaben und bearbeiten, da sie im Ausgangszustand trocken sind und nicht haften oder kleben. Man kann sie daher problemlos in ein Fasergelege einlegen und einnähen und die Gelegekonstruktion läßt sich problemlos bearbeiten, z. B. beschneiden. Mit einem Klebevlies läßt sich der Kleber auch in sehr geringen Mengen dosieren und ist stets gleichmäßig verteilt. Es ist dabei nicht erforderlich, bei multiaxialen Fasergelegen zwischen alle Gegeleglagen Klebevliese einzufügen, da der Schmelzkleber im geschmolzenen Zustand auch durch die Faserzwischenräume hindurchdringt, insbesondere bei beabstandet gelegten Faserbündeln.

Vorzugsweise weist das erfindungsgemäß eingesetzte Schmelzklebergebinde ein Flächengewicht im Bereich von etwa 10 g/m<sup>2</sup> bis 70 g/m<sup>2</sup> auf, insbesondere im Bereich von etwa 10 g/m<sup>2</sup> bis 30 g/m<sup>2</sup>.

Beim erfindungsgemäßen Verfahren zur Herstellung eines Vorformlings wird eine flächige Lage nebeneinanderliegender, jeweils gleich orientierter Verstärkungsfaserbündel (Rovings) gebildet. Darauf wird eine weitere Lage aus Verstärkungsfaserbündeln in einer anderen Faserorientierung aufgelegt. Auf diese Weise entsteht ein multiaxiales Gelege.

Während des Aufbaus dieser Gelegesichtung wird erfindungsgemäß zumindest an einer Stelle eine Lage aus einem flächigen Schmelzklebergebinde zwischen die einzelnen Faserlagen eingelegt. Es können auch an mehreren Stellen Schmelzklebergebinde als Zwischenschichten zwischen die Faserlagen eingelegt und/oder als Deckschichten aufgelegt werden. Die geschichteten Lagen werden miteinander vernäht. Die so gebildete handhabbare Faserlegeanordnung wird dann gegebenenfalls auf die gewünschten Abmessungen geschnitten oder gestanzt und z. B. auf einen Spann- und Handhabungsrahmen aufgebracht. Dann wird die Faserlegeanordnung auf Schmelz- bzw. Verarbeitungstemperatur des zumindest einen eingenähten Schmelzklebergegebildes erwärmt, in einem Preßformwerkzeug in eine vorgegebene dreidimensionale Formgestalt gepreßt, abgekühlt und entformt. Danach erfolgt gegebenenfalls eine Nachbearbeitung des Vorformlings durch Beschneiden, Stanzen o.ä.

Wenn die zuvor erläuterte Faserlegeanordnung erwärmt, formgepreßt und abgekühlt ist, hat man einen Vorformling mit der gewünschten bleibenden dreidimensionalen Gestalt. Durch den Spannungsausgleich in der Faserlegeanordnung während des Umformprozesses, wo die Faserbündel in ihre Position "schwimmen" können, ist der Vorformling praktisch frei von Rückstellkräften und sehr paßgenau. Damit kann er prozeßsicher weiterverarbeitet werden. Die Erfindungslösung ermöglicht also eine prozeßsichere automatisierte Herstellung von Faserverbundwerkstoffbauteilen mit hohen Festigkeiten und komplexen Geometrien.

#### Kurzbeschreibung der Zeichnungen

Zum besseren Verständnis und zur weiteren Beschreibung wird die Erfindung nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels mit Bezug auf die beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

**Fig. 1** eine schematische Explosionsdarstellung der einzelnen Schichten eines Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Faserlegeanordnung;

**Fig. 2** die Faserlegeanordnung von **Fig. 1** im vernähten Zustand in einer vergrößerten Draufsicht;

**Fig. 3** eine Prinzipdarstellung des Fertigungsablaufs zur Herstellung eines Vorformlings aus der erfindungsgemäßen Faserlegeanordnung.

#### Beschreibung eines Ausführungsbeispiels der Erfindung

**Fig. 1** zeigt beispielhaft den Schichtaufbau einer erfindungsgemäßen Faserlegeanordnung. Einzelne Faserlagen **1A** bis **1D** sind aus Endlosfaserbündeln **2**, sogenannten Rovings, gelegt, und zwar jeweils in einer bestimmten Faserwinkelorientierung (hier 0°, +70°, -70°). Die Faserlagen sind aufeinandergelegt, wobei teilweise Klebevliese **3** als Zwischenlagen eingelegt sind. **Fig. 2** zeigt die geschichtete und mit Nähfäden **5** vernähte Faserlegeanordnung **4**. In der folgenden Tabelle sind die einzelnen Schichten in **Fig. 1** bzw. **Fig. 2** näher erläutert.

	Bezugs- ziffer	Material	Faser- orientierung	Gewicht (g/m <sup>2</sup> )
5	1A	Glasfaser	0°	200
	3	Copolyester	Vlies	30
10	1B	Glasfaser	+70°	200
	1C	Glasfaser	-70°	200
	3	Copolyester	Vlies	30
15	1D	Glasfaser	0°	200
	5	Polyester	Nähfaden	15

Fig. 3 illustriert den Umformprozeß, um aus einer Fasergelegeanordnung gemäß Fig. 2 einen in gewünschter Weise dreidimensional geformten Vorformling zu fertigen. In einem Spanrahmen gehalten, wird die Fasergelegeanordnung 4 von einer Heizvorrichtung 6 auf Schmelz- bzw. Verarbeitungstemperatur der Klebevliese 3 erwärmt. Dann wird die Fasergelegeanordnung 4 in ein Formpreßwerkzeug 7 eingelegt und in die gewünschte Gestalt gepreßt, wobei die Faserbündel 2 in dem geschmolzenen Schmelzkleber der Klebevliese 3 in ihre Position gleiten können. Nach dem Abkühlen und Entformen aus dem Preßwerkzeug 7 behält der Vorformling 4A seine durch den Schmelzkleber verfestigte Gestalt.

Der Aufheizvorgang der Fasergelegeanordnung kann alternativ z. B. auch im Bereich des Preßwerkzeugs erfolgen. Außerdem können Bearbeitungsvorgänge wie Schneiden oder Stanzen vor- bzw. nachgeschaltet sein.

#### Patentansprüche

1. Fasergelegeanordnung für einen Vorformling eines Faserverbundwerkstoffbauteils, mit
  - mindestens einer Gelegesicht (1A-1D) aus gleichgerichteten nebeneinander angeordneten, jeweils aus Verstärkungsfasern gebildeten Faserbündeln (2) und
  - mindestens einer Schicht aus einem flächenförmigen Schmelzklebergebilde (3),
  - wobei die Schichten (1A-1D, 3) aufeinanderliegen und miteinander vernäht sind.
2. Fasergelegeanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß innerhalb einer Gelegesicht (1A-1D) die Faserbündel (2) voneinander beabstandet sind.
3. Fasergelegeanordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Gelegesichten (1A-1D) mit unterschiedlicher Faserorientierung (0°, +70°, -70°) vorgesehen sind.
4. Fasergelegeanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Schmelzklebergebilde (3) ein handhabbares Teil ist.
5. Fasergelegeanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Schmelzklebergebilde (3) aus thermoplastischem Polymermaterial gebildet ist.
6. Fasergelegeanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Schmelzklebergebilde filmförmig ausgebildet ist.
7. Fasergelegeanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Schmelzklebergebilde als Klebevlies (3) oder in einer netzartigen Flächenstruktur ausgebildet ist.
8. Fasergelegeanordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Klebevlies (3) aus schmelzgesponnenen Polymerfäden gebildet ist.
9. Fasergelegeanordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die netzartige Flächenstruktur des Schmelzklebergebildes aus einem extrudierten und perforierten Polymerfilm gebildet ist.
10. Fasergelegeanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Schmelzklebergebilde (3) ein Flächengewicht im Bereich von etwa 10 g/m<sup>2</sup> bis 70 g/m<sup>2</sup> aufweist.
11. Fasergelegeanordnung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Schmelzklebergebilde ein Flächengewicht im Bereich von etwa 10 g/m<sup>2</sup> bis 30 g/m<sup>2</sup> aufweist.
12. Fasergelegeanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Anordnung (4) erwärmt (6), formgepreßt (7) und abgekühlt ist und eine vorgegebene bleibende dreidimensionale Formgestalt (4A) aufweist.
13. Verfahren zur Herstellung eines Vorformlings für ein Faserverbundwerkstoffbauteil, mit folgenden Verfahrensschritten:
  - Bilden schichtweise aufeinanderliegender flächiger Lagen (1A-1D) aus nebeneinanderliegenden, jeweils in bestimmter Orientierung ausgerichteten Verstärkungsfaserbündeln (2) unter Einfügung zumindest einer Deck- oder Zwischenlage aus einem als ganzes Teil handhabbaren, flächigen Schmelzklebergebilde (3) und Vernähen (5) der geschichteten Lagen (1A-1D, 3) zur Bildung einer handhabbaren Fasergelegeanordnung (4);
  - Erwärmen (6) der Fasergelegeanordnung (4) bis auf Schmelz- bzw. Verarbeitungstemperatur des zumindest einen eingenähten Schmelzklebergebildes (3);
  - Pressen der erwärmten Fasergelegeanordnung (4) in einem Preßformwerkzeug (7) in eine vorgegebene dreidimensionale Formgestalt;
  - Abkühlen und Entformen des dreidimensionalen Vorformlings (4A).

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Bildung der flächigen Lagen (1A-1D) aus Faserbündeln (2) diese voneinander beabstandet gelegt werden.
15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Bildung der geschichteten Lagen (1A-1D) die Faserbündel (2) in der nächstfolgenden Lage in unterschiedlicher Faserorientierung im Vergleich zur vorangegangenen Lage gelegt werden.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß als Schmelzklebergebinde (3) ein flächiges thermoplastisches Polymermaterialgebinde eingelegt wird.
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß als Schmelzklebergebinde ein Klebevlies (3) oder ein filmförmiges oder netzflächenartiges Schmelzkleberteile eingelegt wird.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

Fig. 1

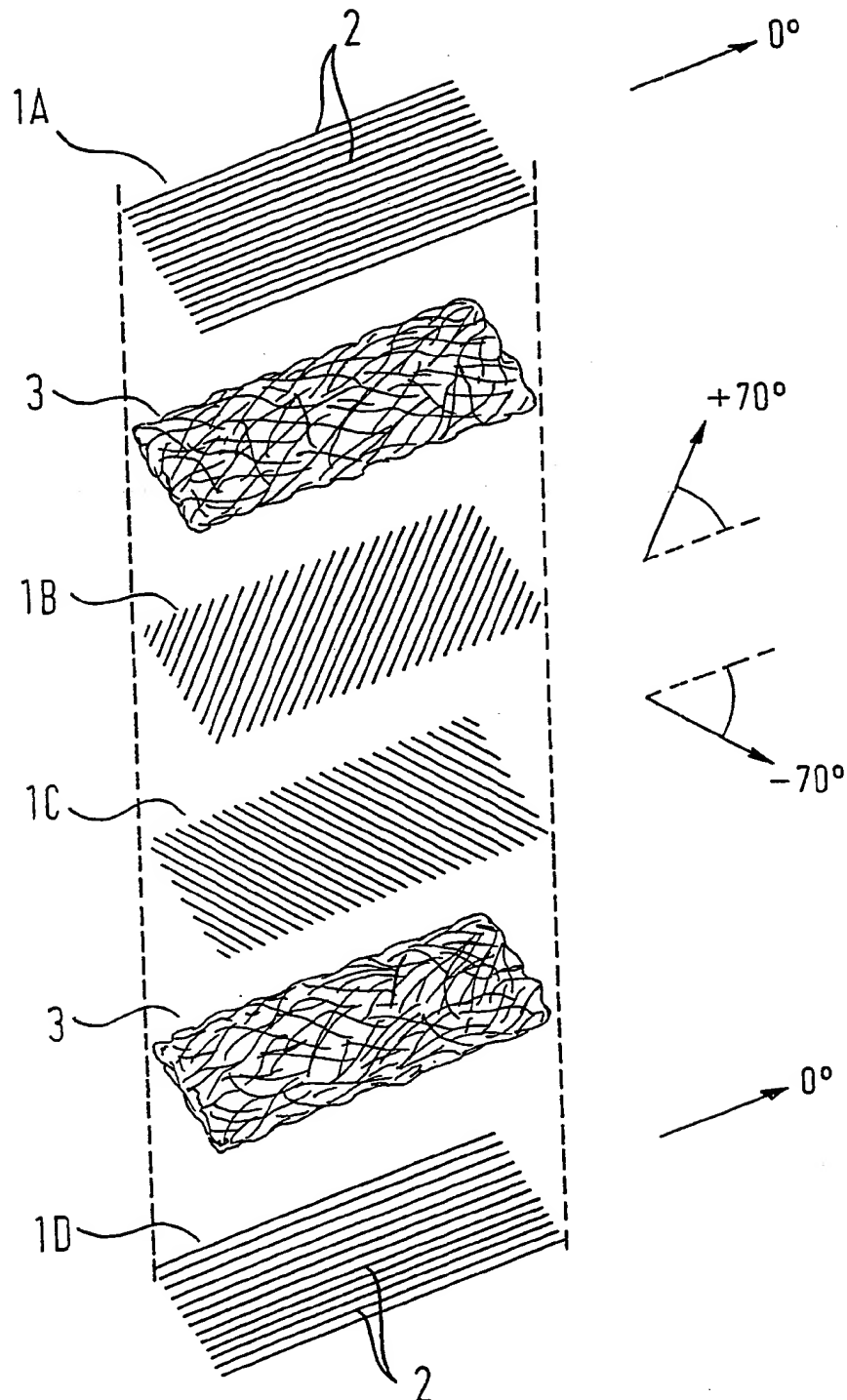


Fig. 2

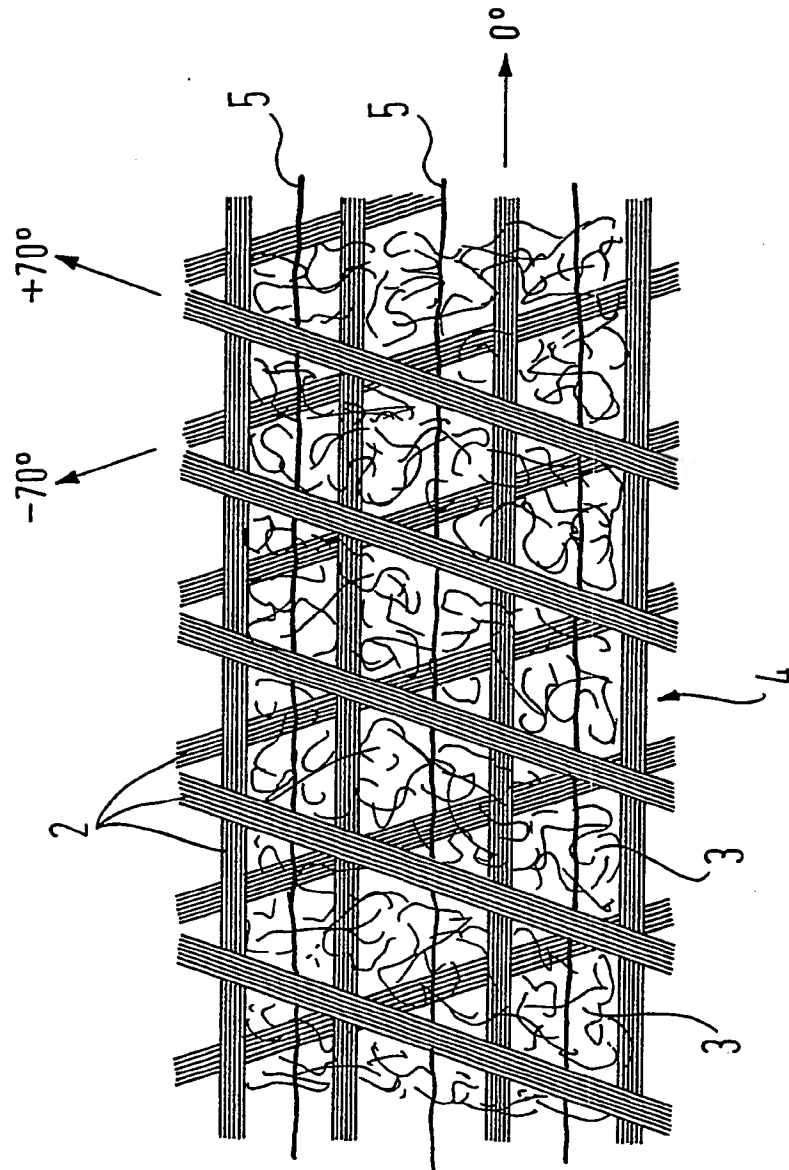


Fig. 3

